



TUGAS AKHIR - SS141501

**PEMODELAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK
PADA SEKTOR INDUSTRI DI PROVINSI JAWA TIMUR
MENGUNAKAN METODE REGRESI DATA PANEL**

**MARSHA FITRANTIE
NRP 1312 100 061**

**Dosen Pembimbing
Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si**

**PROGRAM STUDI S1
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016**



FINAL PROJECT - SS141501

**MODELLING OF ELECTRICITY ENERGY CONSUMPTION
OF INDUSTRIAL SECTOR IN EAST JAVA
USING PANEL DATA REGRESSION METHOD**

**MARSHA FITRANTIE
NRP 1312 100 061**

**Supervisor
Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA
SEKTOR INDUSTRI DI PROVINSI JAWA TIMUR
MENGUNAKAN METODE REGRESI DATA PANEL**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada**

**Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**MARSHA FITRANTIE
NRP 1312 100 061**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

**Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si
NIP : 19740328 199802 1 001**



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS**

Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2016



PEMODELAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA SEKTOR INDUSTRI DI PROVINSI JAWA TIMUR MENGUNAKAN METODE REGRESI DATA PANEL

Nama Mahasiswa : Marsha Fitrantie
NRP : 1312 100 061
Jurusan : Statistika FMIPA ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si

Abstrak

Konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur terdapat permasalahan dalam penyediaan jumlah pasokan distribusi listrik. Keberagaman konsumsi energi listrik sektor industri pada masing-masing Area akan menjadi informasi bagi PT PLN (Persero) dalam menentukan jumlah pasokan distribusi listrik pada masing-masing Area. Dari informasi tersebut nantinya akan dapat diduga Area manakah yang menjadi menjadi konsumen energi listrik tertinggi sehingga menyebabkan terjadinya kekurangan pasokan energi listrik hingga mencapai 600 Mega Watt setiap harinya. Oleh sebab itu, penelitian ini akan menggunakan Metode Regresi Data Panel yang secara khusus akan memperhatikan model dengan koefisien intersep berbeda-beda pada masing-masing individu/subjek (Area). Data penelitian digunakan mulai tahun 2004 hingga tahun 2014 dengan jumlah unit individu (subjek) sebanyak 16 Kantor Area PT PLN (Persero). Variabel prediktor yang digunakan adalah Banyaknya Pelanggan (X_1) dan Daya Terpasang (X_2) yang diamati setiap tahun. Hasil penelitian diperoleh bahwa pemodelan regresi data panel yang terbaik menggunakan Fixed Effect Model (FEM) dengan koefisien determinasi sebesar 99,57%. Berdasarkan nilai intersep dapat diketahui Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, dan Area Mojokerto merupakan konsumen energi listrik sektor industri tertinggi.

Kata kunci: Konsumsi Energi Listrik, Regresi Data Panel, Sektor Industri

**MODELLING OF ELECTRICITY ENERGY CONSUMPTION
OF INDUSTRIAL SECTOR IN EAST JAVA
USING PANEL DATA REGRESSION METHOD**

Name : Marsha Fitrantie
NRP : 1312 100 061
Major : Statistics FMIPA ITS
Supervisor : Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si

Abstract

Electricity energy consumption of industrial sector in East Java has some problems in the supply amount of electricity distribution. The diversity of electricity energy consumption in the industrial sector of each area will be an important information for PT PLN (Persero) to determine the supply amount of electricity distribution. This information will be expected Areas which one is the highest electricity energy consumer thus causing a shortage of electric energy supply to 600 Mega Watts every day. Therefore, this study will use panel data regression method that specifically pay attention to the model with varies intercept coefficient in each individual / subject (Area). The research data uses from 2004 to 2014 and the number of individual units (subjects) is 16 Areas of PT PLN (Persero). The predictor variables are Total Customers (X1) and Installed Power (X2), which is observed every year. The result showed that the best panel data regression model is Fixed Effect Model and the determination coefficient is 99.57%. Based on the value of the intercept, Pasuruan Area, Western of Surabaya Area, and Mojokerto Area are the highest consumers of electricity energy of industrial sector in East Java.

Keywords: Electricity Energy Consumption, Industrial Sector, Panel Data Regression

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Regresi Data Panel.....	5
2.2 Uji Asumsi Multikolinieritas.....	6
2.3 Pemodelan Regresi Data Panel	6
2.3.1 Common Effect Model (CEM)	6
2.3.2 Fixed Effect Model (FEM)	7
2.3.3 Random Effect Model (REM)	8
2.4 Pemilihan Model Regresi Data Panel	9
2.4.1 Uji Chow	9
2.4.2 Uji Hausman	10
2.5 Pengujian Parameter	11
2.6 Pengujian Asumsi Residual.....	11
2.6.1 Uji Asumsi Identik.....	11
2.6.2 Uji Asumsi Normalitas	12
2.7 Energi Listrik Sektor Industri.....	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Sumber Data.....	15
3.2 Variabel Penelitian	15
3.3 Struktur Data	17
3.4 Langkah Analisis.....	18
3.5 Diagram Alir	19
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Karakteristik Variabel Penelitian	21
4.1.1 Karakteristik Konsumsi Energi Listrik Sektor Industri.....	21
4.1.2 Karakteristik Banyak Pelanggan Sektor Industri	23
4.1.3 Karakteristik Daya Terpasang Sektor Industri ..	24
4.1.4 Hubungan antara Banyaknya Pelanggan dan Konsumsi Energi Listrik Sektor Industri	25
4.1.5 Hubungan antara Daya Terpasang dan Konsumsi Energi Listrik Sektor Industri	26
4.2 Analisis Regresi Data Panel	27
4.2.1 Uji Multikolinearitas	28
4.2.2 Model Linier Regresi Data Panel.....	28
4.2.2.1 Model Linier Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Variabel Prediktor X_1	28
4.2.2.2 Model Linier Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Variabel Prediktor X_2	30
4.2.2.3 Model Linier Terbaik Konsumsi Energi Listrik.....	31
4.2.2.4 Pengujian Parameter untuk Model Linier	32
4.2.2.5 Pengujian Asumsi Residual untuk Model Linier	31
4.2.3 Model Semi-Log Regresi Data Panel.....	34
4.2.3.1 Model Semi-Log Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Variabel Prediktor X_1	34
4.2.3.2 Model Semi-Log Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Variabel Prediktor X_2	36

4.2.3.3 Model Semi-Log Terbaik Konsumsi Energi Listrik.....	37
4.2.3.4 Pengujian Parameter untuk Model Semi-Log	38
4.2.2.5 Pengujian Asumsi Residual untuk Model Semi-Log	39
4.2.4 Hasil Model Regresi Data Panel Terbaik.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	51
BIODATA PENULIS	95

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Pemodelan Pada Area dengan Nilai Intersep Terendah	40
Tabel 4.2	Pemodelan Pada Area dengan Nilai Intersep Tingkat Sedang	41
Tabel 4.3	Pemodelan Pada Area dengan Nilai Intersep Tertinggi	42
Tabel 4.4	Tiga Area dengan Nilai Intersep Tertinggi	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 4.1	Konsumsi Energi Listrik Sektor Industri.....	21
Gambar 4.2	Banyaknya Pelanggan Sektor Industri.....	23
Gambar 4.3	Daya Terpasang Sektor Industri	24
Gambar 4.4	Hubungan Banyaknya Pelanggan dan Konsumsi Energi Listrik.....	25
Gambar 4.5	Hubungan Daya Terpasang dan Konsumsi Energi Listrik.....	26

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Golongan pelanggan PT PLN (Persero) dibagi menjadi tujuh yaitu sektor industri, sektor rumah tangga, sektor sosial, sektor usaha dan hotel, sektor gedung/kantor, sektor jalan, dan sektor jasa pelayanan khusus. Pada golongan pelanggan industri terdapat permasalahan dalam penyediaan jumlah pasokan distribusi listrik yang dikonsumsi oleh perusahaan industri di Provinsi Jawa Timur. Hingga saat ini perusahaan industri belum bekerja secara optimal karena jumlah pasokan energi listrik masih dibawah jumlah kebutuhan energi listrik (Kementerian Perindustrian RI, 2012: 50). Menteri Perindustrian Republik Indonesia telah memberikan himbauan agar sektor industri di Provinsi Jawa Timur menerapkan sikap hemat energi listrik sebab setiap harinya terjadi defisit sebesar 600 *Mega Watt* (Kementerian Sekretariat Negara RI, 2008). Selain itu, beban gardu induk di kawasan Area Kota Surabaya dan Area Pasuruan kini mendekati ambang atas sehingga daerah tersebut tidak bisa cepat terlayani saat ada permintaan tambahan daya terpasang sektor industri (Ulum, 2014).

Keberagaman konsumsi energi listrik sektor industri pada masing-masing Area akan menjadi informasi bagi PT PLN (Persero) dalam menentukan jumlah pasokan distribusi listrik pada masing-masing Area. Dari informasi tersebut nantinya akan dapat diduga Area manakah yang menjadi konsumen energi listrik tertinggi sehingga menyebabkan terjadinya kekurangan pasokan energi listrik hingga mencapai 600 *Mega Watt* setiap harinya. Konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur mengalami ketidakstabilan yaitu terdapat Area yang mengalami kenaikan dan penurunan, namun terdapat pula Area yang cenderung tetap. Sebagai contoh, Area Surabaya Barat tahun 2004 tercatat sebagai konsumen energi listrik tertinggi dengan nilai

sebesar 1.425.090 MWh mengungguli Area Pasuruan di peringkat kedua sebesar 1.244.748 MWh. Namun pada tahun 2014, Area Surabaya Barat berada pada peringkat keempat dengan nilai sebesar 1.629.646 MWh, sedangkan Area Pasuruan tercatat sebagai yang tertinggi dengan nilai sebesar 2.112.257 MWh.

Ketidakstabilan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur menandakan bahwa terdapat heterogenitas pada masing-masing Area (setiap Area memiliki perilaku dan ciri khas yang berbeda). Oleh sebab itu, penelitian ini akan menggunakan Metode Regresi Data Panel yang secara khusus akan memperhatikan model dengan koefisien intersep berbeda-beda pada masing-masing unit individu/subjek (Area). Metode ini menghasilkan parameter yang memperhitungkan keberagaman dampak variabel independen terhadap variabel dependen selama kurun waktu observasi yang ditentukan.

Penelitian konsumsi energi listrik sektor industri pernah dilakukan oleh Assagaf (2008) dan Katili (2008). Namun kedua peneliti tersebut menggunakan Regresi Linier Berganda sehingga variabel hanya diamati pada satu periode waktu saja dan belum memperhitungkan keberagaman variabel dependen pada masing-masing unit individu yang dianalisis. Penelitian konsumsi energi listrik sektor rumah tangga menggunakan Regresi Data Panel dilakukan oleh Ngudiastuti (2013) dan Putera (2015) dengan hasil yang lebih informatif dibandingkan dengan Regresi Linear Berganda sebab unit individunya diamati dalam beberapa periode waktu sehingga keberagaman variabel dependen dapat digunakan sebagai studi dinamika perubahan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini akan melakukan Pemodelan Konsumsi Energi Listrik pada Sektor Industri di Provinsi Jawa Timur menggunakan Regresi Data Panel. Data penelitian digunakan mulai tahun 2004 hingga tahun 2014 dengan jumlah unit individu (subjek) sebanyak 16 Kantor Area PT PLN (Persero). Variabel prediktor yang digunakan adalah Banyaknya Pelanggan dan Daya Terpasang yang diamati setiap tahun.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat diketahui terdapat permasalahan dalam sektor industri yang terlihat dalam jangka waktu mulai tahun 2004 hingga tahun 2014. Konsumsi energi listrik di masing-masing Area terdapat ketidakstabilan sehingga penelitian ini akan memperhatikan keberagaman (heterogenitas) pada masing-masing unit (subjek). Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut

1. Bagaimana karakteristik konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur?
2. Bagaimana pemodelan regresi data panel pada konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah mengetahui karakteristik konsumsi energi listrik sektor industri pada masing-masing kantor area PT PLN (Persero) yang terletak di Provinsi Jawa Timur. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui dampak dari variabel independen terhadap variabel dependen dengan memperhatikan adanya keberagaman atau heterogenitas individu (subjek) selama waktu observasi. Hasil penelitian akan diketahui Area mana yang menggunakan energi listrik tertinggi agar dapat diduga Area manakah yang menjadi penyebab utama terjadinya defisit energi listrik.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian adalah data diamati mulai dari tahun 2004 hingga tahun 2014. Unit (subjek) yang dianalisis adalah Kantor-kantor Area PT PLN (Persero) yang terletak di Provinsi Jawa Timur sejumlah 16 kantor area dimana pembagian masing-masing kantor area sesuai dengan jaringan distribusi listrik.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah sebagai informasi tentang keberagaman (heterogenitas) konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur. Hasil penelitian diharapkan bermanfaat bagi PT PLN (Persero) dalam penentuan jumlah pasokan distribusi listrik pada masing-masing Area khususnya untuk perusahaan yang bergerak dalam bidang industri di Provinsi Jawa Timur.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Regresi Data Panel

Regresi data panel merupakan metode regresi untuk dapat mengetahui hubungan antara variabel prediktor terhadap variabel respon dengan menggunakan struktur data panel. Data panel atau *pooled data* adalah sebuah set data yang berisi data sampel (rumah tangga, perusahaan, kabupaten/kota, dll) pada periode waktu tertentu. Data panel disebut juga sebagai gabungan antara data lintas individu (*cross-section*) dan data lintas waktu (*time-series*).

Data panel mempunyai beberapa kelebihan diantaranya adalah mampu memperhitungkan heterogenitas individu dengan mengizinkan variabel spesifik-individu digunakan dalam persamaan ekonometrika. Kemampuan data panel dalam mengontrol heterogenitas setiap individu dapat digunakan untuk menguji dan membangun model perilaku yang lebih kompleks daripada dengan data murni *cross-section* atau *time-series*. Dengan meningkatnya jumlah observasi, penggunaan data panel memberikan hasil yang lebih informatif, dan sangat baik digunakan untuk *study of dynamic adjustments* atau studi dinamika perubahan sehingga dapat diperoleh hasil estimasi yang lebih efisien (Ekananda, 2016: 2).

Model regresi linier data panel menggunakan satu variabel prediktor dapat dituliskan sebagai berikut

$$y_{i,t} = \alpha_i + \beta x_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2.1)$$

Model dugaan untuk menghasilkan nilai estimasi dapat dituliskan sebagai berikut

$$\hat{y}_{it} = \hat{\alpha}_i + \hat{\beta} x_{i,t} \quad (2.2)$$

Persamaan (2.2) apabila disubstitusi dengan suatu nilai $x_{i,t}$ (variabel prediktor pada individu ke i untuk periode waktu ke t) maka akan

menghasilkan \hat{y}_{it} (nilai prediksi variabel respon pada individu ke i untuk periode waktu ke t) pada nilai x tersebut.

Koefisien determinasi (R^2) menunjukkan proporsi keragaman atau variasi total di sekitar nilai tengah (Draper and Smith, 1992: 30). Nilai koefisien determinasi adalah $0 \leq R^2 \leq 1$. Rumus perhitungan R^2 sebagai berikut

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (\hat{y}_{it} - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (y_{it} - \bar{y})^2} \quad (2.3)$$

Keterangan:

- $i = 1, 2, \dots, n$; dimana n adalah jumlah unit individu
- $t = 1, 2, \dots, T$; dimana T adalah jumlah periode waktu
- \hat{y}_{it} = nilai prediksi individu ke i untuk periode waktu ke t pada variabel respon
- \bar{y} = rata-rata variabel respon

2.2 Uji Asumsi Multikolinieritas

Pengujian asumsi multikolinearitas dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan linier yang kuat diantara variabel prediktor dalam suatu model regresi. Suatu model yang terjadi multikolinieritas dapat diartikan bahwa terjadi korelasi yang tinggi diantara variabel prediktornya. Dalam penelitian ini akan dihitung nilai koefisien korelasi untuk mengetahui apakah terjadi multikolinieritas. Rumus untuk menghitung koefisien korelasi diantara variabel prediktor x dan variabel prediktor z sebagai berikut

$$r_{xz} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i z_i - n \bar{x} \bar{z}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n z_i^2 - n \bar{z}^2}} \quad (2.4)$$

Dimana x dan z merupakan variabel prediktor. Apabila diperoleh hasil nilai koefisien korelasi lebih besar daripada 0,60 maka terjadi multikolinieritas (Sunyoto, 2010: 97).

2.3 Pemodelan Regresi Data Panel

Pemodelan regresi data panel terdapat tiga yaitu *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM), dan *Random Effect Model* (REM).

2.3.1 *Common Effect Model* (CEM)

Pemodelan menggunakan *common effect model* (CEM) diperoleh koefisien intersep (α) dan *slope* (β) sama untuk setiap unit individu yang dianalisis. Pemodelan ini mengasumsikan tidak adanya heterogenitas dan mengasumsikan adanya dampak yang sama yang berlaku untuk semua individu (Ekananda, 2016: 82). Persamaan *common effect model* menggunakan satu variabel prediktor sebagai berikut

$$y_{i,t} = \alpha + \beta x_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2.5)$$

Keterangan:

- y_{it} = variabel respon pada unit individu ke i dan waktu ke t
- α = koefisien intersep sama untuk masing-masing unit individu yang diamati
- β = koefisien *slope* pada variabel prediktor
- $x_{i,t}$ = variabel prediktor pada unit individu i dan waktu t
- $\varepsilon_{i,t}$ = *error* pada unit individu ke i dan waktu ke t

2.3.2 *Fixed Effect Model* (FEM)

Pemodelan menggunakan *fixed effect model* (FEM) diperoleh koefisien intersep (α) yang berbeda untuk setiap individu agar diketahui keberagaman (heterogenitas) unit individu yang dianalisis terutama pada variabel independen. Metode FEM juga disebut estimasi *Least Square Dummy Variable* (LSDV) (Ekananda, 2016: 99).

Pemodelan menggunakan efek individu mengasumsikan koefisien *slope* konstan sedangkan koefisien intersep bervariasi pada setiap individu. Persamaan FEM menggunakan satu variabel prediktor dengan efek individu sebagai berikut

$$y_{i,t} = \alpha_i + \beta x_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2.6)$$

Persamaan (2.6) pada koefisien intersep (α) terdapat indeks i dimana indeks tersebut menunjukkan koefisien intersep berbeda pada setiap unit individu ke- i yang ditangkap oleh variabel *dummy* dengan persamaan sebagai berikut

$$D_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika } i=j \\ 0, & \text{jika } i \neq j \end{cases} \quad (2.7)$$

Variabel *dummy* digunakan sebanyak $N-1$ dimana terdapat 1 variabel lokasi sebagai pembanding. Persamaan FEM dengan efek individu menggunakan variabel *dummy* pada persamaan (2.7) dapat dituliskan sebagai berikut

$$y_{i,t} = \alpha_1 + \alpha_2 D_2 + \dots + \alpha_i D_i + \beta x_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2.8)$$

Pemodelan menggunakan efek waktu mengasumsikan koefisien *slope* konstan sedangkan koefisien intersep bervariasi pada setiap waktu. Persamaan FEM menggunakan satu variabel prediktor dengan efek waktu sebagai berikut

$$y_{i,t} = \lambda_t + \beta x_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2.9)$$

Persamaan (2.9) pada koefisien intersep (λ) terdapat indeks i dimana indeks tersebut menunjukkan koefisien intersep berbeda pada setiap waktu ke- t yang ditangkap oleh variabel *dummy* dengan persamaan sebagai berikut

$$D_t = \begin{cases} 1, & \text{jika } t=s \\ 0, & \text{jika } t \neq s \end{cases} \quad (2.10)$$

Variabel *dummy* digunakan sebanyak $T-1$ dimana terdapat 1 variabel waktu sebagai pembanding. Persamaan FEM dengan efek waktu menggunakan variabel *dummy* pada persamaan (2.10) dapat dituliskan sebagai berikut

$$y_{i,t} = \lambda_1 + \lambda_2 D_2 + \dots + \lambda_t D_t + \beta x_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2.11)$$

Berdasarkan persamaan (2.6) dan (2.9), pemodelan FEM menggunakan satu variabel prediktor dengan efek individu dan waktu dapat dituliskan sebagai berikut

$$y_{i,t} = \alpha_i + \lambda_t + \beta x_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2.12)$$

2.3.3 *Random Effect Model (REM)*

Pemodelan menggunakan *random effect model* (REM) menentukan nilai koefisien intersep (α) dan koefisien *slope* (β) didasarkan pada asumsi bahwa intersep (α) terdistribusi random antar unit μ_i sehingga model ini mempertimbangkan kondisi acak antara rata-rata dengan karakteristik individu yang bersifat random. Model yang diperoleh adalah koefisien *slope* konstan sedangkan koefisien intersep bervariasi pada setiap individu.

Pemodelan ini memiliki unsur lain yang menjelaskan heterogenitas individu yaitu unsur μ_i yang merupakan komponen *random* (acak) dari observasi unit ke- i yang tetap sepanjang waktu (Ekananda, 2016: 126).

$$\alpha_i = \alpha + \mu_i \quad (2.13)$$

sehingga persamaan *random effect model* menggunakan satu variabel prediktor dapat dituliskan sebagai berikut

$$y_{i,t} = \alpha + \beta x_{i,t} + (\mu_i + \varepsilon_{i,t}) \quad (2.14)$$

$$y_{i,t} = \alpha + \beta x_{i,t} + w_{i,t} \quad (2.15)$$

2.4 Pemilihan Model Regresi Data Panel

Beberapa pengujian dilakukan untuk memperoleh pemodelan yang terbaik. Pengujian yang akan dilakukan adalah uji *Chow* dan uji *Hausman*.

2.4.1 Uji *Chow*

Uji *Chow* dilakukan untuk memilih model diantara CEM dan FEM (Ekananda, 2016: 233). Perumusan hipotesisnya dapat dituliskan sebagai berikut

Hipotesis:

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n$ atau model CEM yang terpilih

$H_1 : \text{minimal ada satu } \alpha_n \neq \alpha_m$ atau model FEM yang terpilih

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji:

$$F_{hitung} = \frac{(SSE_1 - SSE_2) / ((n-1) + (T-1))}{(SSE_2) / (nT - (n-1) - (T-1) - K - 1)} \quad (2.16)$$

Keterangan:

SSE_1 = *Sum Square Error* atau Jumlah Kuadrat Residual CEM

SSE_2 = *Sum Square Error* atau Jumlah Kuadrat Residual FEM

K = jumlah variabel prediktor

Keputusan:

H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{((n-1)+(T-1), (nT-(n-1)-(T-1)-K-1); \alpha)}$

2.4.2 Uji Hausman

Uji *Hausman* dilakukan untuk memilih model diantara FEM dan REM. Pengujian ini untuk mengetahui apakah efek individu tidak berkorelasi dengan variabel bebas (Ekananda, 2016: 134). Perumusan hipotesisnya dapat dituliskan sebagai berikut

Hipotesis:

$H_0 : corr(X_{i,t}, e_{i,t}) = 0$ atau model REM yang terpilih

$H_1 : corr(X_{i,t}, e_{i,t}) \neq 0$ atau model FEM yang terpilih

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji:

$$W = (\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM})^T [Var(\hat{\beta}_{FEM}) - Var(\hat{\beta}_{REM})]^{-1} (\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM}) \quad (2.17)$$

Keterangan:

$\hat{\beta}_{FEM}$ = parameter FEM

$\hat{\beta}_{REM}$ = parameter REM

$Var(\hat{\beta}_{FEM})$ = matriks kovarian FEM

$Var(\hat{\beta}_{REM})$ = matriks kovarian REM

Keputusan:

H_0 ditolak jika $W > \chi^2_{(K, \alpha)}$

2.5 Pengujian Parameter

Pengujian parameter dilakukan untuk mengetahui apakah variabel prediktor memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel respon (Draper and Smith, 1992: 23). Perumusan hipotesisnya sebagai berikut

Hipotesis:

$$H_0 : \beta = 0$$

$$H_1 : \beta \neq 0$$

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}}{SE(\hat{\beta})} \quad (2.18)$$

Keterangan:

$\hat{\beta}$ = taksiran koefisien *slope*

$SE(\hat{\beta})$ = *standard error* dari koefisien *slope*

Keputusan:

H_0 ditolak apabila nilai $t_{hitung} < t_{\frac{\alpha}{2}, (NT-K)}$ atau $t_{hitung} > t_{\frac{\alpha}{2}, (NT-K)}$

2.6 Pengujian Asumsi Residual

Asumsi pada residual yang akan dideteksi adalah asumsi identik, dan normalitas.

2.6.1 Uji Asumsi Identik

Pengujian asumsi identik dilakukan untuk mengetahui homogenitas varians residual dalam model. Apabila diperoleh hasil bahwa residual tidak homogen atau terjadi kasus heteroskedastisitas, maka mengakibatkan penaksir *Ordinary Least Square* (OLS) tidak efisien. Hal ini disebabkan varians membesar dan tidak konsisten. Dalam penelitian ini dilakukan uji *Breusch-Pagan* untuk mengetahui terjadinya heteroskedastisitas (Ariefianto, 2012: 40). Perumusan hipotesisnya sebagai berikut

Hipotesis:

H_0 : residual identik

H_1 : residual tidak identik

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji:

$$F_{ht} = \frac{R_{aux}^2/K}{(1-R_{aux}^2)/(nT-K-1)} \quad (2.19)$$

Keterangan:

Nilai R_{aux}^2 merupakan koefisien determinasi dari regresi *auxiliary* (regresi yang menggunakan kuadrat error ($\hat{\varepsilon}_{i,t}^2$) dari model regresi data panel terbaik sebagai variabel responnya.

Keputusan:

H_0 ditolak apabila nilai $F_{ht} > F_{(K,nT-K-1;\alpha)}$

2.6.2 Uji Asumsi Normalitas

Pengujian asumsi normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah residual telah berdistribusi Normal (Daniel, 1989: 343). Dalam penelitian ini dilakukan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan perumusan hipotesisnya sebagai berikut

Hipotesis:

H_0 : $F(x) = F_0(x)$ atau residual berdistribusi Normal

H_1 : $F(x) \neq F_0(x)$ atau residual tidak berdistribusi Normal

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji:

$$D = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \quad (2.20)$$

Keterangan:

$S(x) = \frac{m}{N}$; merupakan fungsi peluang kumulatif pengamatan dari data sampel dimana m adalah urutan data yang diamati dan N adalah jumlah data yang diamati

$F(x)$ = fungsi dari distribusi yang belum diketahui

$F_0(x)$ = fungsi dari distribusi yang dihipotesis

Keputusan:

H_0 ditolak apabila nilai $D > D_{q(1-\alpha)}$

2.7 Energi Listrik Sektor Industri

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2016), energi listrik merupakan daya atau kekuatan yang ditimbulkan oleh adanya gesekan atau melalui proses kimia, dapat digunakan untuk menghasilkan panas atau cahaya, atau untuk menjalankan mesin. Energi listrik merupakan salah satu jenis energi yang ketersediaannya sangat dibutuhkan oleh perusahaan, baik yang melakukan secara komersial maupun non komersial.

PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) merupakan perusahaan yang berusaha di bidang tenaga listrik untuk kepentingan masyarakat dan negara. Kepentingan usahanya sebagai berikut

1. Produksi, transmisi, dan distribusi tenaga listrik.
2. Perencanaan dan pembangunan tenaga listrik.
3. Pengusahaan dan pengembangan tenaga listrik.
4. Pengusahaan jasa-jasa di bidang tenaga listrik.

PT PLN Distribusi Jawa Timur memiliki tugas dan tanggung jawab mengelola pendistribusian tenaga listrik di Jawa Timur yang membawahi 16 kantor-kantor Area PLN. Pada masing-masing kantor area PLN terdapat alat AMR (*Automatic Meter Reading*) yang berfungsi sebagai sistem pembaca konsumsi listrik yang terintegrasi langsung dengan alat pencatat meter listrik pada masing-masing pelanggan. Alat tersebut secara otomatis mencatat semua pengeluaran listrik setiap pelanggan sehingga dapat diketahui berapa konsumsi listriknya. Pada masing-masing Kantor Area PLN membawahi beberapa Kantor Rayon yang bertugas untuk berhubungan langsung melayani pelanggan diantaranya proses pengajuan pelanggan baru, gangguan listrik, dan penambahan daya listrik. Data yang digunakan dalam penelitian ini dicatat dari alat AMR pada masing-masing Kantor Area PLN dimana satu pelanggan hanya bisa terdata pada satu alat AMR saja sehingga tidak akan terjadi pencatatan ganda baik dalam hal

jaringan listrik maupun daya dan konsumsi listrik masing-masing pelanggan. Pembagian kantor area PLN bergantung pada jaringan distribusi listrik yang melalui beberapa trafo hingga energi listrik dapat dikonsumsi oleh pelanggan.

Pelanggan PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) dibagi menjadi tujuh yaitu sosial, rumah tangga, usaha dan hotel, industri, gedung/kantor, jalan, dan jasa pelayanan khusus (PLN Jawa Timur, 2016). Golongan tarif pada sektor industri dibagi menjadi 4 sebagai berikut

1. Golongan I-1/TR
Golongan tarif ini termasuk dalam tegangan rendah dengan batas daya antara 450 VA sampai dengan 14 kVA untuk keperluan industri kecil/rumah tangga.
2. Golongan I-2/TR
Golongan tarif ini termasuk dalam tegangan rendah dengan batas daya antara lebih dari 14 kVA sampai dengan 200 kVA untuk keperluan industri sedang.
3. Golongan I-3/TM
Golongan tarif ini termasuk dalam tegangan menengah dengan batas daya antara lebih dari 200 kVA sampai dengan 30.000 kVA untuk keperluan industri menengah.
4. Golongan I-4/TT
Golongan tarif ini termasuk dalam tegangan tinggi dengan batas daya diatas 30.000 kVA untuk keperluan industri besar.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder tentang konsumsi energi listrik pada sektor industri yang terdiri dari 16 Kantor Area PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) di Provinsi Jawa Timur. Data diperoleh dari publikasi yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian dimulai dari tahun 2004 hingga tahun 2014 yang tercantum dalam Tabel 3.1 sebagai berikut

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Satuan
Y	Konsumsi energi listrik sektor industri	MWh
X ₁	Banyaknya pelanggan sektor industri	unit
X ₂	Daya terpasang sektor industri	kVA

Berikut adalah definisi operasional dari variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian

1. Konsumsi Energi Listrik Sektor Industri (Y)

Konsumsi energi listrik sektor industri adalah jumlah kebutuhan energi listrik yang didistribusikan oleh PT PLN (Persero). Provinsi Jawa Timur terdapat 16 Kantor Area yang bertugas mencatat konsumsi energi listrik setiap pelanggan. Pengukuran konsumsi energi listrik menggunakan satuan MWh (*Mega Watt-hour* dimana 1 MWh sama dengan 1.000 kWh) per tahun di setiap Kantor Area PT PLN (Persero).

2. Banyaknya Pelanggan Sektor Industri (X₁)

Banyaknya pelanggan sektor industri adalah pelanggan perseorangan atau badan maupun perusahaan yang tenaga listriknya digunakan untuk keperluan industri. Sektor industri

terdiri dari keperluan industri kecil/rumah tangga, keperluan industri sedang, keperluan industri menengah, dan keperluan industri besar dimana pembagiannya sesuai dengan daya yang terpasang pada industri yang bersangkutan.

3. Daya Terpasang Sektor Industri (X_2)

Daya terpasang sektor industri adalah batas daya yang dapat digunakan oleh pelanggan sektor industri setiap saat dan tercatat di Kantor Area PT PLN (Persero) serta menjadi dasar perhitungan biaya beban.

Kantor-kantor Area PT PLN (Persero) di Jawa Timur yang diamati disajikan dalam Tabel 3.2 sebagai berikut

Tabel 3.2 Kantor Area PLN se-Jawa Timur

No	Kantor Area	Wilayah Pelayanan
1	Surabaya Selatan	Ketiga kantor tersebut pembagiannya bergantung pada jaringan distribusi listrik masing-masing wilayah.
2	Surabaya Utara	
3	Surabaya Barat	
4	Malang	Kota Malang, Kota Batu, dan Kabupaten Malang.
5	Pasuruan	Kota Pasuruan, Kota Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, dan Kabupaten Probolinggo.
6	Kediri	Kota Kediri, Kota Blitar, Kabupaten Kediri, Kabupaten Tulungagung, dan Kabupaten Blitar.
7	Mojokerto	Kota Mojokerto, Kabupaten Jombang, Kabupaten Nganjuk, dan Kabupaten Mojokerto.
8	Madiun	Kota Madiun, Kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi, dan Kabupaten Madiun.
9	Jember	Kabupaten Jember dan Kabupaten Lumajang.
10	Bojonegoro	Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Lamongan dan Kabupaten Tuban.
11	Banyuwangi	Kabupaten Banyuwangi.

Tabel 3.2 Kantor Area PLN se-Jawa Timur (Lanjutan)

No	Kantor Area	Wilayah Pelayanan
12	Pamekasan	Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Sampang, Kabupaten Sumenep, dan Kabupaten Bangkalan.
13	Situbondo	Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Bondowoso.
14	Gresik	Kabupaten Gresik sampai Kecamatan Bawean.
15	Sidoarjo	Kabupaten Sidoarjo.
16	Ponorogo	Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek dan Kabupaten Pacitan.

3.3 Struktur Data

Struktur data penelitian tercantum dalam Tabel 3.3 sebagai berikut

Tabel 3.3 Struktur Data Penelitian

No	Kantor Area	Tahun	Y	X ₁	X ₂
1	Surabaya Selatan	2004	$Y_{(1,2004)}$	$X_{1(1,2004)}$	$X_{2(1,2004)}$
		2005	$Y_{(1,2005)}$	$X_{1(1,2005)}$	$X_{2(1,2005)}$
		⋮	⋮	⋮	⋮
		2014	$Y_{(1,2014)}$	$X_{1(1,2014)}$	$X_{2(1,2014)}$
2	Surabaya Utara	2004	$Y_{(2,2004)}$	$X_{1(2,2004)}$	$X_{2(2,2004)}$
		2005	$Y_{(2,2005)}$	$X_{1(2,2005)}$	$X_{2(2,2005)}$
		⋮	⋮	⋮	⋮
		2014	$Y_{(2,2014)}$	$X_{1(2,2014)}$	$X_{2(2,2014)}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
16	Ponorogo	2004	$Y_{(16,2004)}$	$X_{1(16,2004)}$	$X_{2(16,2004)}$
		2005	$Y_{(16,2005)}$	$X_{1(16,2005)}$	$X_{2(16,2005)}$
		⋮	⋮	⋮	⋮
		2014	$Y_{(16,2014)}$	$X_{1(16,2014)}$	$X_{2(16,2014)}$

3.4 Langkah Analisis

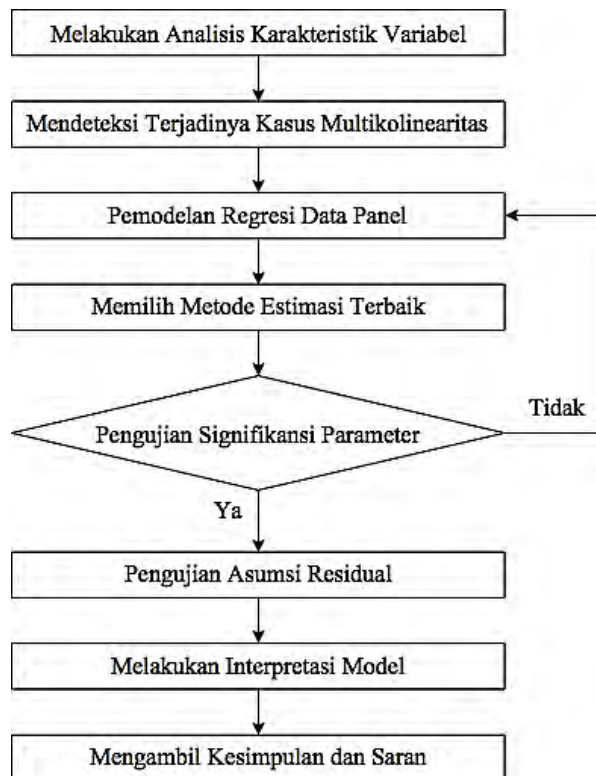
Langkah-langkah analisis dalam penelitian sebagai berikut

1. Melakukan analisis karakteristik variabel penelitian
Analisis karakteristik dilakukan secara visual pada variabel-variabel penelitian yang digunakan.
2. Melakukan analisis regresi data panel
Langkah-langkah analisis regresi data panel adalah
 - a. Mendeteksi terjadinya kasus multikolinearitas
Model terlebih dahulu dideteksi apakah terjadi kasus multikolinearitas.
 - b. Memilih pemodelan terbaik
Langkah selanjutnya adalah pengujian untuk memilih pemodelan regresi data panel yang terbaik.
 - i. Melakukan uji *Chow*
Uji *Chow* dilakukan untuk memilih antara CEM atau FEM. Apabila diperoleh hasil H_0 gagal ditolak, maka model yang dipilih adalah CEM. Namun apabila diperoleh hasil H_0 ditolak, maka selanjutnya dilakukan langkah (ii).
 - ii. Melakukan uji *Hausman*
Uji *Hausman* dilakukan untuk memilih antara FEM atau REM. Apabila diperoleh hasil H_0 ditolak, maka model yang dipilih adalah FEM. Namun apabila diperoleh hasil H_0 gagal ditolak, maka model yang dipilih adalah REM.
 - c. Melakukan pengujian parameter
Pengujian parameter dilakukan secara serentak dan parsial.
 - d. Melakukan pengujian asumsi klasik
Melakukan pengujian asumsi residual yang terdiri dari uji asumsi identik, independen, dan normalitas.

3. Melakukan interpretasi model regresi data panel
Langkah yang terakhir adalah melakukan interpretasi pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur, membuat kesimpulan dan saran.

3.5 Diagram Alir

Diagram alir yang digunakan dalam penelitian adalah



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

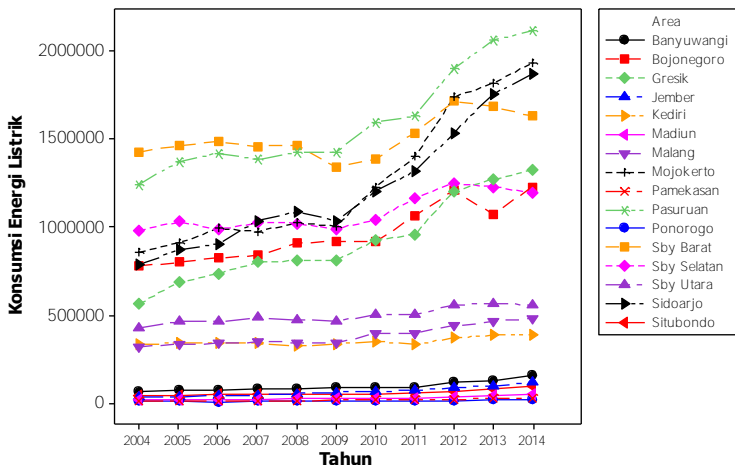
Pada bagian ini membahas karakteristik variabel penelitian yang digunakan yaitu konsumsi energi listrik, banyaknya pelanggan, dan daya terpasang pada sektor industri. Informasi yang diperoleh akan membantu dalam pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur.

4.1 Karakteristik Variabel Penelitian

Regresi data panel didesain untuk menangkap pengaruh data yang tidak terobservasi. Analisis data panel akan memperhatikan model intersep berbeda-beda untuk menangkap keberagaman data dependen atau variabel respon.

4.1.1 Karakteristik Konsumsi Energi Listrik Sektor Industri

Keberagaman (heterogenitas) perilaku konsumsi energi listrik sektor industri mulai tahun 2004-2014 ditampilkan dalam Gambar 4.1 sebagai berikut



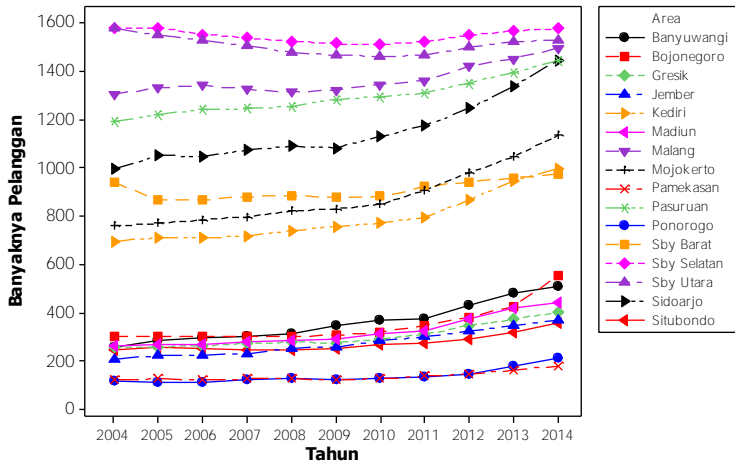
Gambar 4.1 Konsumsi Energi Listrik Sektor Industri

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui konsumsi energi listrik pada sektor industri mengalami ketidakstabilan yaitu terdapat Area yang mengalami kenaikan dan penurunan, namun terdapat pula Area yang cenderung tetap. Hal ini menandakan bahwa terdapat heterogenitas pada masing-masing Area. Pada tahun 2004, Area Surabaya Barat tercatat sebagai konsumen energi listrik tertinggi dengan nilai sebesar 1.425.090 MWh mengungguli Area Pasuruan di peringkat kedua sebesar 1.244.748 MWh dan Area Surabaya Selatan di peringkat ketiga sebesar 980.992 MWh.

Namun pada tahun 2014, Area Surabaya Barat berada pada peringkat keempat dengan nilai sebesar 1.629.646 MWh, sedangkan Area Pasuruan tercatat sebagai yang tertinggi dengan nilai sebesar 2.112.257 MWh mengungguli Area Mojokerto dan Area Sidoarjo di peringkat kedua dan ketiga dengan konsumsi energi listrik masing-masing sebesar 1.933.475 MWh dan 1.871.392 MWh. Pada periode tahun 2004-2014, Area Surabaya Barat mengalami 4 (empat) kali penurunan yaitu tahun 2007, 2009, 2013, dan 2014; sedangkan Area Pasuruan terdapat 1 (satu) kali penurunan konsumsi energi listrik yaitu pada tahun 2007. Penyebab kenaikan dan penurunan konsumsi energi listrik sektor industri tidak terlepas dari banyaknya pelanggan industri dan daya terpasang pada masing-masing pelanggan industri.

4.1.2 Karakteristik Banyaknya Pelanggan Sektor Industri

Banyaknya pelanggan industri pada tahun 2004-2014 ditampilkan dalam Gambar 4.2 sebagai berikut

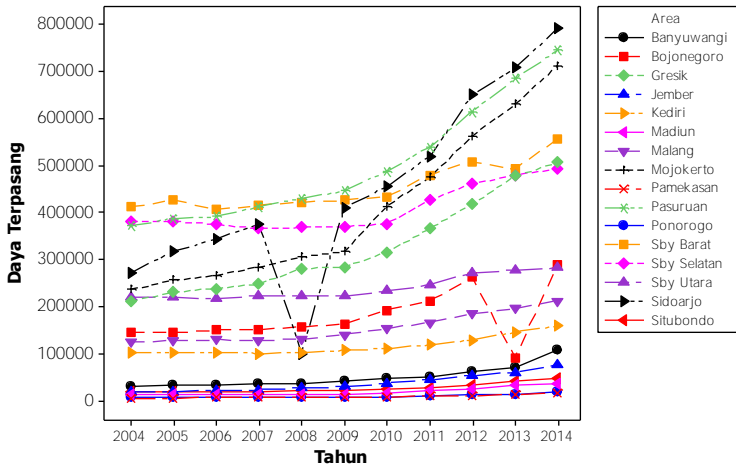


Gambar 4.2 Banyaknya Pelanggan Sektor Industri

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa banyaknya pelanggan pada periode 2004-2014 cenderung meningkat pada masing-masing area. Pada tahun 2004, jumlah pelanggan tertinggi adalah Area Surabaya Utara sebanyak 1.581 industri sedangkan jumlah pelanggan terendah adalah Area Ponorogo sebanyak 115 industri. Namun pada tahun 2014, Area Surabaya Selatan memiliki jumlah pelanggan tertinggi yaitu sebanyak 1.577 industri mengungguli Area Surabaya Utara di peringkat kedua dengan jumlah pelanggan 1.531 industri.

4.1.3 Karakteristik Daya Terpasang Sektor Industri

Daya terpasang industri pada tahun 2004-2014 ditampilkan dalam Gambar 4.3 sebagai berikut

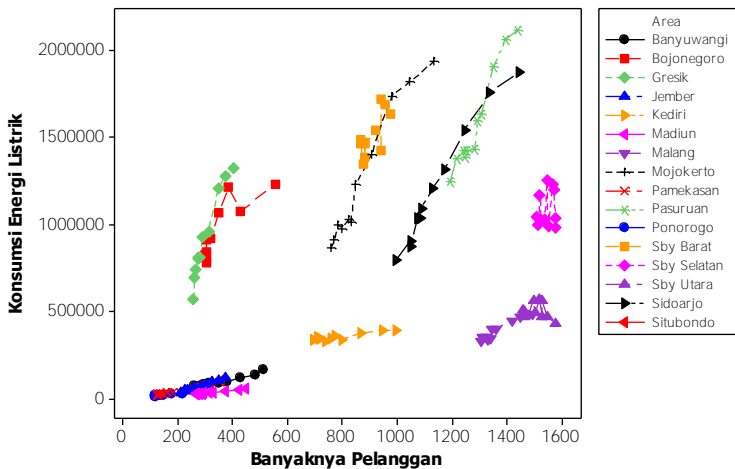


Gambar 4.3 Daya Terpasang Sektor Industri

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa Area Surabaya Barat pada tahun 2004 merupakan area dengan daya terpasang tertinggi yaitu sebesar 411.595 kVA mengungguli Area Surabaya Selatan di peringkat kedua sebesar 380.224 kVA dan Area Pasuruan di peringkat ketiga sebesar 372.294 kVA, sedangkan Area Sidoarjo berada di peringkat keempat sebesar 272.823 kVA. Namun pada tahun 2014 Area Sidoarjo menjadi area dengan daya terpasang tertinggi yaitu sebesar 790.756 kVA mengungguli Area Pasuruan, Area Mojokerto, dan Area Surabaya Barat dengan masing-masing daya terpasang sebesar 745.406 kVA, 712.212 kVA, dan 555.158 kVA.

4.1.4 Hubungan antara Banyaknya Pelanggan dan Konsumsi Energi Listrik Sektor Industri

Hubungan antara variabel independen terhadap variabel dependen dapat dilakukan secara visual dengan cara melihat *scatter plot*. Hubungan antara variabel banyaknya pelanggan industri dengan konsumsi energi listrik industri ditampilkan dalam Gambar 4.4 sebagai berikut

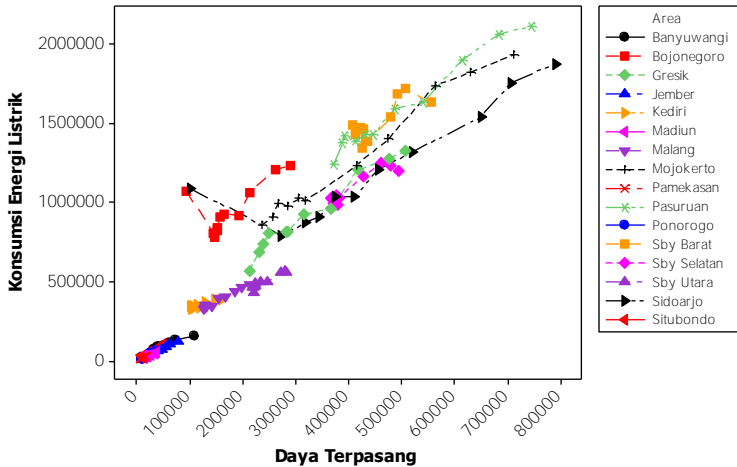


Gambar 4.4 Hubungan Banyaknya Pelanggan dan Konsumsi Energi Listrik

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa Banyaknya Pelanggan (X_1) dan Konsumsi Energi Listrik (Y) memiliki hubungan yang positif dimana semakin banyak jumlah pelanggan industri disuatu area maka semakin tinggi konsumsi energi listriknya. Plot tersebut membentuk beberapa kelompok yang menandakan bahwa terdapat keberagaman (heterogenitas) banyaknya pelanggan industri pada masing-masing Area.

4.1.5 Hubungan antara Daya Terpasang dan Konsumsi Energi Listrik Sektor Industri

Hubungan antara variabel daya terpasang industri dengan konsumsi energi listrik industri ditampilkan dalam Gambar 4.5 sebagai berikut



Gambar 4.5 Hubungan Daya Terpasang dan Konsumsi Energi Listrik

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa Daya Terpasang (X_2) dan Konsumsi Energi Listrik (Y) memiliki hubungan yang positif. Plot tersebut menunjukkan Area Sidoarjo mempunyai daya terpasang tertinggi mengungguli Area Pasuruan dan Area Mojokerto. Pada masing-masing Area cenderung mengalami kenaikan dimana semakin besar daya terpasang industri disuatu Area maka semakin tinggi konsumsi energi listriknya.

4.2 Analisis Regresi Data Panel

Spesifikasi model regresi data panel untuk konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur sebagai berikut

$$y_{i,t} = \alpha_i + \beta_1 x_{1i,t} + \beta_2 x_{2i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (4.1)$$

dimana tanda dari masing-masing parameternya adalah

1. $\alpha_i > 0$

Nilai koefisien α_i bertujuan untuk memberikan keleluasaan estimator dalam menghitung nilai koefisien *slope*. Dalam analisis ekonomi, koefisien intersep tidak dapat diartikan sebagai konsumsi energi listrik sektor industri di Kantor PLN Area ke-*i* saat semua variabel prediktornya bernilai nol, sebab tidak mungkin terjadi (terutama dalam kurun waktu observasi penelitian) variabel banyaknya pelanggan industri dan daya terpasang industri bernilai nol maupun bernilai negatif.

2. Tanda yang diharapkan dari β_1 adalah positif ($\beta_1 > 0$).

Hal ini berdasarkan uraian pada subbab sebelumnya yang menunjukkan bahwa variabel X_1 memiliki hubungan yang positif dimana β_1 merupakan besaran yang menunjukkan besarnya perubahan konsumsi energi listrik sektor industri sebagai akibat berubahnya jumlah pelanggan industri sebesar 1 satuan. Secara teori ekonomi, hubungan antara banyaknya pelanggan dan konsumsi energi listrik adalah positif.

3. Tanda yang diharapkan dari β_2 adalah positif ($\beta_2 > 0$).

Hal ini berdasarkan uraian pada subbab sebelumnya yang menunjukkan bahwa variabel X_2 memiliki hubungan yang positif dimana β_2 merupakan besaran yang menunjukkan besarnya perubahan konsumsi energi listrik sektor industri sebagai akibat berubahnya daya terpasang industri sebesar 1 satuan. Secara teori ekonomi, hubungan antara daya terpasang dan konsumsi energi listrik adalah positif.

4.2.1 Uji Multikolinieritas

Sebelum memilih pemodelan yang terbaik, terlebih dahulu dilakukan deteksi apakah terjadi kasus multikolinieritas diantara variabel-variabel prediktor. Pendeteksian multikolinieritas dapat dilihat dari korelasi parsial diantara variabel prediktor. Hasil korelasi parsial diantara variabel X_1 dan X_2 sebesar 0,669 dimana nilai tersebut lebih besar dari 0,6 sehingga terjadi multikolinieritas. Oleh sebab itu perlu dilakukan perbaikan untuk dapat menghilangkan multikolinieritas yaitu menghilangkan salah satu variabel prediktornya. Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan menggunakan masing-masing variabel prediktor untuk kemudian dipilih pemodelan manakah yang terbaik berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2).

4.2.2 Model Linier Regresi Data Panel

Dalam pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur akan dilakukan dua pengujian untuk mengetahui pemodelan manakah yang terbaik yaitu uji *Chow* dan uji *Hausman*.

4.2.2.1 Model Linier Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Variabel Prediktor X_1

Pengujian untuk memilih model terbaik pada pemodelan konsumsi energi listrik menggunakan variabel prediktor X_1 (Banyaknya Pelanggan) sebagai berikut

i. Uji *Chow*

Pengujian *Chow* bertujuan untuk memilih model yang terbaik diantara CEM dan FEM.

Hipotesis:

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n$ atau model CEM yang terpilih

$H_1 : \text{minimal ada satu } \alpha_n \neq \alpha_m$ atau model FEM yang terpilih

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $F_{hitung} = 120,6688$

Keputusan:

Nilai $F_{(25,149;0,05)} = 1,5801$. Keputusan yang diambil adalah H_0 ditolak karena nilai $F_{hitung} > F_{(25,149;0,05)}$. Hal ini menunjukkan bahwa model FEM lebih baik daripada model CEM untuk pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur.

ii. Uji *Hausman*

Pengujian *Hausman* dilakukan untuk mengetahui model yang terbaik diantara estimasi REM dan FEM.

Hipotesis:

$H_0 : corr(x_{i,t}, \varepsilon_{i,t}) = 0$ atau model REM yang terpilih

$H_1 : corr(x_{i,t}, \varepsilon_{i,t}) \neq 0$ atau model FEM yang terpilih

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $W = 19,8359$

Keputusan:

Nilai $\chi^2_{(1,0,05)} = 3,8415$. Keputusan yang diambil adalah H_0 ditolak karena nilai $W > \chi^2_{(1,0,05)}$. Hal ini menunjukkan bahwa model FEM lebih baik daripada model REM untuk pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur. Oleh sebab itu, pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur menggunakan variabel prediktor X_1 (Banyaknya Pelanggan) terpilih pemodelan FEM.

4.2.2.2 Model Linier Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Variabel Prediktor X_2

Pengujian untuk memilih model terbaik pada pemodelan konsumsi energi listrik menggunakan variabel prediktor X_2 (Daya Terpasang) sebagai berikut

i. Uji *Chow*

Pengujian *Chow* bertujuan untuk memilih model yang terbaik diantara CEM dan FEM.

Hipotesis:

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n$ atau model CEM yang terpilih

$H_1 : \text{minimal ada satu } \alpha_n \neq \alpha_m$ atau model FEM yang terpilih

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $F_{hitung} = 44,2997$

Keputusan:

Nilai $F_{(25,149;0.05)} = 1,5801$. Keputusan yang diambil adalah H_0 ditolak karena nilai $F_{hitung} > F_{(25,149;0.05)}$. Hal ini menunjukkan bahwa model FEM lebih baik daripada model CEM untuk pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur.

ii. Uji *Hausman*

Pengujian *Hausman* dilakukan untuk mengetahui model yang terbaik diantara estimasi REM dan FEM.

Hipotesis:

$H_0 : corr(x_{i,t}, \varepsilon_{i,t}) = 0$ atau model REM yang terpilih

$H_1 : corr(x_{i,t}, \varepsilon_{i,t}) \neq 0$ atau model FEM yang terpilih

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $W = 23,0329$

Keputusan:

Nilai $\chi^2_{(1,0.05)} = 3,8415$. Keputusan yang diambil adalah H_0 ditolak karena nilai $W > \chi^2_{(1,0.05)}$. Hal ini menunjukkan bahwa model FEM lebih baik daripada model REM untuk pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur. Hasil uji *Chow* dan

uji *Hausman* diperoleh sama yaitu pemodelan FEM adalah yang terbaik. Oleh sebab itu, pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur menggunakan variabel prediktor X_2 (Daya Terpasang) terpilih pemodelan FEM.

4.2.2.3 Model Linier Terbaik untuk Konsumsi Energi Listrik

Berdasarkan hasil uji *Chow* dan uji *Hausman*, pemodelan konsumsi energi listrik menggunakan variabel prediktor X_1 (Banyaknya Pelanggan) terpilih FEM sebagai berikut

$$\hat{y}_{i,t} = \hat{\alpha}_i + \hat{\lambda}_t + 1.811,719x_{1,t} \quad (4.2)$$

Nilai koefisien determinasi (R^2) diperoleh sebesar 0,968533 atau 96,85%. Nilai koefisien determinasi sebesar 96,85% menunjukkan bahwa variabel Banyaknya Pelanggan (X_1) mampu menjelaskan perubahan konsumsi energi listrik sebesar 96,85% dan sisanya (3,14%) dijelaskan oleh variabel-variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model.

Berdasarkan hasil uji *Chow* dan uji *Hausman*, pemodelan konsumsi energi listrik menggunakan variabel prediktor X_2 (Daya Terpasang) terpilih FEM sebagai berikut

$$\ln(\hat{y}_{i,t}) = \hat{\alpha}_i + \hat{\lambda}_t + (1,8853)x_{2,t} \quad (4.3)$$

Nilai koefisien determinasi (R^2) diperoleh sebesar 0,989839 atau 98,98%. Nilai koefisien determinasi sebesar 98,98% menunjukkan bahwa variabel Daya Terpasang (X_2) mampu menjelaskan perubahan konsumsi energi listrik sebesar 98,98% dan sisanya (0,01%) dijelaskan oleh variabel-variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model.

Berdasarkan kedua pemodelan tersebut dapat diketahui nilai R^2 pada pemodelan menggunakan variabel prediktor X_2 (Daya Terpasang) lebih besar daripada nilai R^2 pada pemodelan menggunakan variabel prediktor X_1 (Banyaknya Pelanggan). Hal ini disebabkan setiap pelanggan industri memiliki daya terpasang yang berbeda-beda dimana pembagiannya terdiri dari pelanggan industri kecil (450 kVA - 14 kVA), pelanggan industri sedang (14

kVA - 200 kVA), pelanggan industri menengah (200 kVA - 30.000 kVA), dan pelanggan industri besar (≥ 30.000 kVA). Oleh sebab itu, pemodelan menggunakan variabel Daya Terpasang (X_2) hasilnya lebih baik daripada pemodelan menggunakan variabel Banyaknya Pelanggan (X_1).

4.2.2.4 Pengujian Parameter untuk Model Linier

Pengujian parameter dilakukan untuk mengetahui apakah variabel independen (prediktor) memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel dependen (respon). Variabel yang akan dilakukan pengujian adalah daya terpasang (X_2) sebagai berikut

Hipotesis:

$$H_0 : \beta = 0$$

$$H_1 : \beta \neq 0$$

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $t_{hitung} = 23,10104$

Keputusan:

Nilai $t_{(175;0.05)} = 1,97361$. Keputusan yang diambil adalah H_0 ditolak karena nilai $t_{hitung} > t_{(175;0.05)}$. Hal ini menunjukkan bahwa variabel daya terpasang (X_2) berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi listrik sektor industri.

4.2.2.5 Pengujian Asumsi Residual untuk Model Linier

Pengujian pada residual yang diperoleh pada pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri menggunakan FEM bertujuan untuk mengetahui apakah residual telah memenuhi asumsi identik dan normalitas.

i. Uji Asumsi Identik

Tahap pengujian asumsi identik menggunakan prosedur *Breusch-Pagan* bertujuan untuk mengetahui apakah varians dari residual konstan (tidak terjadi heteroskedastisitas).

Hipotesis:

$$H_0 : \text{Residual identik}$$

$$H_1 : \text{Residual tidak identik}$$

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $F_{ht} = 0,00$

Keputusan:

Nilai $F_{(1,190;0,05)} = 3,895$. Keputusan yang diambil adalah H_0 gagal ditolak karena nilai $F_{ht} < F_{(1,190;0,05)}$. Hal ini menunjukkan bahwa residual identik atau tidak terjadi kasus heteroskedastisitas pada residual.

ii. Uji Asumsi Normalitas

Pengujian asumsi Normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah residual dari model regresi data panel berdistribusi Normal.

Hipotesis:

$H_0 : F(x) = F_0(x)$ atau residual berdistribusi Normal

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ atau residual tidak berdistribusi Normal

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $D = 0,135$

Keputusan:

Nilai $D_{q(0,95)} = 0,103$. Keputusan yang diambil adalah H_0 ditolak karena nilai $D > D_{q(0,95)}$. Hal ini menunjukkan bahwa residual dari pemodelan tidak berdistribusi Normal. Oleh karena residual tidak berdistribusi Normal, maka perlu dilakukan transformasi menggunakan pemodelan semi-log.

4.2.3 Model Semi-Log Regresi Data Panel

Pemodelan semi-log untuk konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur dilakukan untuk mendapatkan model yang terbaik.

4.2.3.1 Model Semi-Log Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Variabel Prediktor X_1

Pengujian untuk memilih model terbaik pada pemodelan konsumsi energi listrik menggunakan variabel prediktor X_1 (Banyaknya Pelanggan) sebagai berikut

i. Uji *Chow*

Pengujian *Chow* bertujuan untuk memilih model yang terbaik diantara CEM dan FEM.

Hipotesis:

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n$ atau model CEM yang terpilih

$H_1 : \text{minimal ada satu } \alpha_n \neq \alpha_m$ atau model FEM yang terpilih

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $F_{hitung} = 759,4324$

Keputusan:

Nilai $F_{(25,149;0.05)} = 1,5801$. Keputusan yang diambil adalah H_0 ditolak karena nilai $F_{hitung} > F_{(25,149;0.05)}$. Hal ini menunjukkan bahwa model FEM lebih baik daripada model CEM untuk pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur.

ii. Uji *Hausman*

Pengujian *Hausman* dilakukan untuk mengetahui model yang terbaik diantara estimasi REM dan FEM.

Hipotesis:

$H_0 : corr(x_{i,t}, \varepsilon_{i,t}) = 0$ atau model REM yang terpilih

$H_1 : corr(x_{i,t}, \varepsilon_{i,t}) \neq 0$ atau model FEM yang terpilih

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $W = 0,1696$

Keputusan:

Nilai $\chi^2_{(1,0.05)} = 3,8415$. Keputusan yang diambil adalah H_0 gagal ditolak karena nilai $W < \chi^2_{(1,0.05)}$. Hal ini menunjukkan bahwa model REM lebih baik daripada model FEM untuk pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur. Oleh sebab itu, pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur menggunakan variabel prediktor X_1 (Banyaknya Pelanggan) terpilih pemodelan REM.

4.2.3.2 Model Semi-Log Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Variabel Prediktor X_2

Pengujian untuk memilih model terbaik pada pemodelan konsumsi energi listrik menggunakan variabel prediktor X_2 (Daya Terpasang) sebagai berikut

i. Uji *Chow*

Pengujian *Chow* bertujuan untuk memilih model yang terbaik diantara CEM dan FEM.

Hipotesis:

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n$ atau model CEM yang terpilih

$H_1 : \text{minimal ada satu } \alpha_n \neq \alpha_m$ atau model FEM yang terpilih

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $F_{hitung} = 378,8004$

Keputusan:

Nilai $F_{(25,149;0.05)} = 1,5801$. Keputusan yang diambil adalah H_0 ditolak karena nilai $F_{hitung} > F_{(25,149;0.05)}$. Hal ini menunjukkan bahwa model FEM lebih baik daripada model CEM untuk pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur.

ii. Uji Hausman

Pengujian *Hausman* dilakukan untuk mengetahui model yang terbaik diantara estimasi REM dan FEM.

Hipotesis:

$H_0 : corr(x_{i,t}, \varepsilon_{i,t}) = 0$ atau model REM yang terpilih

$H_1 : corr(x_{i,t}, \varepsilon_{i,t}) \neq 0$ atau model FEM yang terpilih

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $W = 35,9283$

Keputusan:

Nilai $\chi^2_{(1,0.05)} = 3,8415$. Keputusan yang diambil adalah H_0 ditolak karena nilai $W > \chi^2_{(1,0.05)}$. Hal ini menunjukkan bahwa model FEM lebih baik daripada model REM untuk pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur. Hasil uji *Chow* dan uji *Hausman* diperoleh sama yaitu pemodelan FEM adalah yang terbaik. Oleh sebab itu, pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur menggunakan variabel prediktor X_2 (Daya Terpasang) terpilih pemodelan FEM.

4.2.3.3 Model Semi-Log Terbaik untuk Konsumsi Energi Listrik

Berdasarkan hasil uji *Chow* dan uji *Hausman*, pemodelan konsumsi energi listrik menggunakan variabel prediktor X_1 (Banyaknya Pelanggan) terpilih REM sebagai berikut

$$\ln(\hat{y}_{i,t}) = \hat{\mu}_i + 0,002464x_{1,i,t} \quad (4.2)$$

Nilai koefisien determinasi (R^2) diperoleh sebesar 0,582176 atau 58,22%. Nilai koefisien determinasi sebesar 58,22% menunjukkan bahwa variabel Banyaknya Pelanggan (X_1) mampu menjelaskan perubahan konsumsi energi listrik sebesar 58,22% dan sisanya (41,78%) dijelaskan oleh variabel-variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model.

Berdasarkan hasil uji *Chow* dan uji *Hausman*, pemodelan konsumsi energi listrik menggunakan variabel prediktor X_2 (Daya Terpasang) terpilih FEM sebagai berikut

$$\ln(\hat{y}_{i,t}) = \hat{\alpha}_i + \hat{\lambda}_t + (2,88 \times 10^{-7})x_{2i,t} \quad (4.3)$$

Nilai koefisien determinasi (R^2) diperoleh sebesar 0,995746 atau 99,57%. Nilai koefisien determinasi sebesar 99,57% menunjukkan bahwa variabel Daya Terpasang (X_2) mampu menjelaskan perubahan konsumsi energi listrik sebesar 99,57% dan sisanya (0,43%) dijelaskan oleh variabel-variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model.

Berdasarkan kedua pemodelan tersebut dapat diketahui nilai R^2 pada pemodelan menggunakan variabel prediktor X_2 (Daya Terpasang) lebih besar daripada nilai R^2 pada pemodelan menggunakan variabel prediktor X_1 (Banyaknya Pelanggan). Hal ini disebabkan setiap pelanggan industri memiliki daya terpasang yang berbeda-beda dimana pembagiannya terdiri dari pelanggan industri kecil (450 kVA - 14 kVA), pelanggan industri sedang (14 kVA - 200 kVA), pelanggan industri menengah (200 kVA - 30.000 kVA), dan pelanggan industri besar (≥ 30.000 kVA). Oleh sebab itu, pemodelan menggunakan variabel Daya Terpasang (X_2) hasilnya lebih baik daripada pemodelan menggunakan variabel Banyaknya Pelanggan (X_1).

4.2.3.4 Pengujian Parameter untuk Model Semi-Log

Pengujian parameter dilakukan untuk mengetahui apakah variabel independen (prediktor) memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel dependen (respon). Variabel yang akan dilakukan pengujian adalah daya terpasang (X_2) sebagai berikut

Hipotesis:

$$H_0 : \beta = 0$$

$$H_1 : \beta \neq 0$$

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $t_{hitung} = 1,9775$

Keputusan:

Nilai $t_{(175;0.05)} = 1,9736$. Keputusan yang diambil adalah H_0 ditolak karena nilai $t_{hitung} > t_{(175;0.05)}$. Hal ini menunjukkan bahwa variabel daya terpasang (X_2) berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi listrik sektor industri.

4.2.3.5 Pengujian Asumsi Residual untuk Model Semi-Log

Pengujian pada residual yang diperoleh pada pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri menggunakan FEM bertujuan untuk mengetahui apakah residual telah memenuhi asumsi identik dan normalitas.

i. Uji Asumsi Identik

Tahap pengujian asumsi identik menggunakan prosedur *Breusch-Pagan* bertujuan untuk mengetahui apakah varians dari residual konstan (tidak terjadi heteroskedastisitas).

Hipotesis:

H_0 : Residual identik

H_1 : Residual tidak identik

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $F_{ht} = 2,04$

Keputusan:

Nilai $F_{(1,190;0.05)} = 3,895$. Keputusan yang diambil adalah H_0 gagal ditolak karena nilai $F_{ht} < F_{(1,190;0.05)}$. Hal ini menunjukkan bahwa residual identik atau tidak terjadi kasus heteroskedastisitas pada residual.

ii. Uji Asumsi Normalitas

Pengujian asumsi Normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah residual dari model regresi data panel berdistribusi Normal.

Hipotesis:

$H_0 : F(x) = F_0(x)$ atau residual berdistribusi Normal

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ atau residual tidak berdistribusi Normal

Taraf nyata: $\alpha = 0,05$

Statistik Uji: $D = 0,052$

Keputusan:

Nilai $D_{q(0,95)} = 0,103$. Keputusan yang diambil adalah H_0 gagal ditolak karena nilai $D < D_{q(0,95)}$. Hal ini menunjukkan bahwa residual berdistribusi Normal.

4.2.4 Hasil Model Regresi Data Panel Terbaik

Model konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur menggunakan FEM adalah

$$\ln(\hat{y}_{i,t}) = \hat{\alpha}_i + \hat{\lambda}_t + (2,88 \times 10^{-7})x_{2i,t} \quad (4.3)$$

Dimana nilai $\hat{\alpha}_i$ adalah efek individu, sedangkan nilai $\hat{\lambda}_t$ adalah efek waktu. Nilai koefisien *slope* dari variabel daya terpasang (X_2) sebesar $2,88 \times 10^{-7}$. Nilai tersebut bertanda positif menunjukkan semakin besar daya terpasang di suatu Area, maka semakin besar konsumsi energi listriknya.

Sebagai contoh, pada tahun 2004 konsumsi energi listrik Area Surabaya Selatan sebesar 980.992 MWh atau 980.992.000 kWh, maka pengaruh nilai *slope* menjadi $((2,88 \times 10^{-7}) \times (980.992.000)) = 282,5257$ yang artinya jika Daya Terpasang (X_2) meningkat 1 unit (1 kVA) maka diperkirakan Konsumsi Energi Listrik (Y) meningkat 282,5257 unit (282,5257 kWh).

Pemodelan konsumsi energi listrik terendah di Jawa Timur dimana nilai *error* adalah selisih antara nilai sebenarnya variabel respon dan nilai prediksi variabel respon sebagai berikut

Tabel 4.1 Pemodelan Pada Area dengan Nilai Intersep Terendah

Tahun	Model Regresi Data Panel	Error
2004	$ln(\hat{y}_{Ponorogo,2004}) = 9,4395 + ((2,88 \times 10^{-7})(6.910))$ $= 9,4415$	0,0965
2005	$ln(\hat{y}_{Ponorogo,2005}) = 9,4946 + ((2,88 \times 10^{-7})(6.526))$ $= 9,4965$	0,1231
2006	$ln(\hat{y}_{Ponorogo,2006}) = 9,5288 + ((2,88 \times 10^{-7})(6.699))$ $= 9,5307$	0,2360
2007	$ln(\hat{y}_{Ponorogo,2007}) = 9,5749 + ((2,88 \times 10^{-7})(8.135))$ $= 9,5772$	0,0936
2008	$ln(\hat{y}_{Ponorogo,2008}) = 9,6174 + ((2,88 \times 10^{-7})(8.311))$ $= 9,6198$	0,0704
2009	$ln(\hat{y}_{Ponorogo,2009}) = 9,6223 + ((2,88 \times 10^{-7})(8.429))$ $= 9,6247$	0,1416
2010	$ln(\hat{y}_{Ponorogo,2010}) = 9,6927 + ((2,88 \times 10^{-7})(8.475))$ $= 9,6951$	0,1126
2011	$ln(\hat{y}_{Ponorogo,2011}) = 9,7379 + ((2,88 \times 10^{-7})(10.069))$ $= 9,7408$	0,0865
2012	$ln(\hat{y}_{Ponorogo,2012}) = 9,8751 + ((2,88 \times 10^{-7})(12.173))$ $= 9,8786$	0,1299
2013	$ln(\hat{y}_{Ponorogo,2013}) = 9,9542 + ((2,88 \times 10^{-7})(14.464))$ $= 9,9583$	0,0826
2014	$ln(\hat{y}_{Ponorogo,2014}) = 10,0140 + ((2,88 \times 10^{-7})(18.840))$ $= 10,0194$	0,1655

Pemodelan konsumsi energi listrik tingkat sedang di Jawa Timur dimana nilai *error* adalah selisih antara nilai sebenarnya variabel respon dan nilai prediksi variabel respon sebagai berikut

Tabel 4.2 Pemodelan Pada Area dengan Nilai Intersep Tingkat Sedarang

Tahun	Model Regresi Data Panel	Error
2004	$ln(\hat{y}_{Malang,2004}) = 12,5599 + ((2,88 \times 10^{-7})(124.804))$ $= 12,8371$	0,1458
2005	$ln(\hat{y}_{Malang,2005}) = 12,6150 + ((2,88 \times 10^{-7})(128.113))$ $= 12,8931$	0,1732
2006	$ln(\hat{y}_{Malang,2006}) = 12,6492 + ((2,88 \times 10^{-7})(129.919))$ $= 12,9279$	0,1849
2007	$ln(\hat{y}_{Malang,2007}) = 12,6953 + ((2,88 \times 10^{-7})(129.358))$ $= 12,9738$	0,2061
2008	$ln(\hat{y}_{Malang,2008}) = 12,7378 + ((2,88 \times 10^{-7})(130.645))$ $= 13,0167$	0,2570
2009	$ln(\hat{y}_{Malang,2009}) = 12,7427 + ((2,88 \times 10^{-7})(141.253))$ $= 13,0246$	0,2672
2010	$ln(\hat{y}_{Malang,2010}) = 12,8131 + ((2,88 \times 10^{-7})(153.974))$ $= 13,0987$	0,2114
2011	$ln(\hat{y}_{Malang,2011}) = 12,8583 + ((2,88 \times 10^{-7})(166.148))$ $= 13,1474$	0,2452
2012	$ln(\hat{y}_{Malang,2012}) = 12,9955 + ((2,88 \times 10^{-7})(184.600))$ $= 13,2899$	0,2925
2013	$ln(\hat{y}_{Malang,2013}) = 13,0746 + ((2,88 \times 10^{-7})(196.405))$ $= 13,3724$	0,3182
2014	$ln(\hat{y}_{Malang,2014}) = 13,1344 + ((2,88 \times 10^{-7})(212.354))$ $= 13,4368$	0,3529

Pemodelan konsumsi energi listrik tertinggi di Provinsi Jawa Timur dimana nilai *error* adalah selisih antara nilai sebenarnya variabel respon dan nilai prediksi variabel respon sebagai berikut

Tabel 4.3 Pemodelan Pada Area dengan Nilai Intersep Tertinggi

Tahun	Model Regresi Data Panel	Error
2004	$\ln(\hat{y}_{Pasuruan,2004}) = 13,8783 + ((2,88 \times 10^{-7})(372.294))$ = 13,9855	0,0490
2005	$\ln(\hat{y}_{Pasuruan,2005}) = 13,9333 + ((2,88 \times 10^{-7})(387.948))$ = 14,0451	0,0879
2006	$\ln(\hat{y}_{Pasuruan,2006}) = 13,9675 + ((2,88 \times 10^{-7})(391.361))$ = 14,0803	0,0857
2007	$\ln(\hat{y}_{Pasuruan,2007}) = 14,0136 + ((2,88 \times 10^{-7})(413.157))$ = 14,1326	0,0086
2008	$\ln(\hat{y}_{Pasuruan,2008}) = 14,0561 + ((2,88 \times 10^{-7})(429.791))$ = 14,1799	0,0096
2009	$\ln(\hat{y}_{Pasuruan,2009}) = 14,0610 + ((2,88 \times 10^{-7})(446.127))$ = 14,1895	0,0168
2010	$\ln(\hat{y}_{Pasuruan,2010}) = 14,1314 + ((2,88 \times 10^{-7})(488.022))$ = 14,2720	0,0101
2011	$\ln(\hat{y}_{Pasuruan,2011}) = 14,1767 + ((2,88 \times 10^{-7})(539.758))$ = 14,3039	0,0282
2012	$\ln(\hat{y}_{Pasuruan,2012}) = 14,3138 + ((2,88 \times 10^{-7})(615.159))$ = 14,4910	0,0330
2013	$\ln(\hat{y}_{Pasuruan,2013}) = 14,3929 + ((2,88 \times 10^{-7})(684.350))$ = 14,5900	0,0516
2014	$\ln(\hat{y}_{Pasuruan,2014}) = 14,4527 + ((2,88 \times 10^{-7})(745.406))$ = 14,6674	0,1041

Nilai intersep pada pemodelan (4.3) menghasilkan nilai yang berbeda-beda baik pada setiap Area maupun pada setiap waktu yang terlampir dalam Lampiran I. Area dengan nilai intersep tertinggi sebagai berikut

Tabel 4.4 Tiga Area dengan Nilai Intersep Tertinggi

Tahun	Nilai Intersep Tertinggi
2004	Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, Area Mojokerto
2005	Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, Area Mojokerto
2006	Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, Area Mojokerto
2007	Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, Area Mojokerto
2008	Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, Area Mojokerto
2009	Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, Area Mojokerto
2010	Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, Area Mojokerto
2011	Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, Area Mojokerto
2012	Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, Area Mojokerto
2013	Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, Area Mojokerto
2014	Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, Area Mojokerto

Berdasarkan Tabel 4.18 dapat diketahui tiga nilai intersep tertinggi adalah Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, dan Area Mojokerto. Sebagai contoh, Area Pasuruan pada Tahun 2014 mempunyai nilai intersep sebesar 14,4527. Nilai tersebut mencerminkan perbedaan Area Pasuruan terhadap 15 Area lainnya yaitu sebesar 14,4527. Apabila diasumsikan variabel prediktor (Daya Terpasang) tidak berubah, maka konsumsi listrik yang digunakan oleh perindustrian di Area Pasuruan hanya akan tergantung dari efek individu dan efek waktu (nilai intersep Area Pasuruan) yaitu sebesar 14,4527.

Area Pasuruan menjadi konsumen energi listrik tertinggi di Provinsi Jawa Timur sebab membawahi 4 wilayah pelayanan yaitu Kota Pasuruan, Kota Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, dan Kabupaten Probolinggo dimana pada daerah tersebut terdapat banyak perusahaan industri. Salah satu kawasan industrinya adalah pada Kabupaten Pasuruan terdapat PT Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER) yang terletak di Kecamatan Rembang dan hingga

saat ini telah berdiri sejumlah 48 perusahaan industri pada kawasan tersebut. Banyaknya perusahaan industri tersebut menjadikan Area Pasuruan menjadi konsumen energi listrik tertinggi di Provinsi Jawa Timur.

Konsumen energi listrik tertinggi kedua adalah Area Surabaya Barat. Pada area tersebut berdiri sebuah pabrik yang memproduksi baja dan telah diekspor ke luar negeri. Pabrik tersebut adalah PT Ispat Indo yang hingga saat ini mempunyai kapasitas produksi mencapai 60.000 per tahunnya. Kapasitas produksi yang tinggi menyebabkan perusahaan tersebut menyerap energi listrik yang cukup tinggi sehingga mengakibatkan Area Surabaya Barat menjadi area pengguna energi listrik tertinggi kedua di Provinsi Jawa Timur.

Peringkat ketiga konsumen energi listrik tertinggi di Jawa Timur diduduki oleh Area Mojokerto. Area tersebut membawahi 4 wilayah yaitu Kota Mojokerto, Kabupaten Jombang, Kabupaten Nganjuk, dan Kabupaten Mojokerto. Pada Kabupaten Mojokerto terdapat kawasan industri yang bernama Ngoro Industrial Park (NIP). Kawasan tersebut hingga saat ini telah berdiri lebih dari 60 perusahaan industri. Banyaknya perusahaan industri pada Area Mojokerto menjadikan Area Mojokerto menjadi konsumen energi listrik tertinggi ketiga di Provinsi Jawa Timur.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data Penelitian	49
Lampiran B Pengujian Asumsi Multikolinieritas	56
Lampiran C Pemodelan Linier Regresi Data Panel.....	57
Lampiran D Pemilihan Model Linier Regresi Data Panel.....	67
Lampiran E Pengujian Asumsi Residual Model Linier.....	69
Lampiran F Pemodelan Semi-Log Regresi Data Panel.....	71
Lampiran G Pemilihan Model Semi-Log Regresi Data Panel	81
Lampiran H Pengujian Asumsi Residual Model Semi-Log	83
Lampiran I Nilai Intersep Pemodelan Konsumsi Energi Listrik (FEM)	85

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pemodelan konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Karakteristik konsumsi energi listrik pada sektor industri di Provinsi Jawa Timur sebagai berikut
 - i. Konsumsi Energi Listrik (Y) terdapat heterogenitas individu (Area) dimana ada area yang mengalami kenaikan dan penurunan, namun ada beberapa Area yang cenderung tetap.
 - ii. Banyaknya Pelanggan (X_1) dan Konsumsi Energi Listrik (Y) memiliki hubungan yang positif dan pada plot membentuk beberapa kelompok yang menandakan bahwa terdapat keberagaman (heterogenitas) banyaknya pelanggan industri pada masing-masing Area.
 - iii. Daya Terpasang (X_2) dan Konsumsi energi listrik (Y) memiliki hubungan yang positif dan pada plot cenderung mengalami kenaikan pada masing-masing Area.
2. Pemodelan regresi data panel pada konsumsi energi listrik sektor industri di Provinsi Jawa Timur yang terbaik menggunakan FEM sebagai berikut

$$\ln(\hat{y}_{i,t}) = \hat{\alpha}_i + \hat{\lambda}_t + (2,88 \times 10^{-7})x_{2,i,t}$$

- i. Hasil pemodelan diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 99,57%.
- ii. Berdasarkan nilai intersep ($\hat{\alpha}_i + \hat{\lambda}_t$) dapat diketahui Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, dan Area Mojokerto merupakan konsumen energi listrik sektor industri tertinggi.

5.2 Saran

Saran untuk PT PLN (Persero) adalah memberikan perhatian lebih khususnya dalam hal pembagian pasokan distribusi energi listrik sektor industri pada Area yang merupakan konsumen energi listrik tertinggi. Berdasarkan penelitian diketahui selama waktu observasi Area Pasuruan, Area Surabaya Barat, dan Area Mojokerto merupakan konsumen energi listrik tertinggi sehingga apabila ada pelanggan industri pada Area tersebut melakukan permintaan untuk menambah daya terpasang, maka perlu dilakukan pertimbangan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariefianto, M.D. (2012). *Ekonometrika Esensi dan Aplikasi dengan Eviews*. Jakarta: Erlangga.
- Assagaf, A. (2008). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Permintaan Tenaga Listrik Konsumen Industri Besar PT Perusahaan Listrik Negara (Persero). *Jurnal Aplikasi Manajemen*. 9. 100-112.
- Badan Pusat Statistik. (2004-2015). *Jawa Timur Dalam Angka*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Daniel, W.W. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan*. Alex Tri Kantjono W (Trans.). Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Draper, N.R., & Smith, H. (1992). *Applied Regression Analysis* (2nd ed.). Sumantri, B. (Trans.). Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Ekananda, M. (2016). *Analisis Ekonometrika Data Panel* (Edisi Kedua). Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia. (2016). *Arti Kata*. Diakses di <http://kbbi.web.id/listrik> pada 8 Februari 2016.
- Katili, N. (2008). *Analisa Beberapa Faktor yang Mempengaruhi Permintaan Sambungan Listrik Sektor Industri di Jawa Timur*. Tugas Akhir. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (2012). *Perencanaan Kebutuhan Energi Sektor Industri Dalam Rangka Akselerasi Industrialisasi*. Jakarta: Biro Perencanaan Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

- Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia. (2008). *Menteri Perindustrian Minta Pengusaha Jatim Hemat Energi*. Diakses di <http://www.indonesia.go.id/in/pemerintah-daerah/provinsi-jawa-timur/1166-industri/7117-menteri-perindustrian-minta-pengusaha-jatim-hemat-energi> pada 7 Maret 2016.
- Ngudiastuti, S.W. (2013). *Pendekatan Regresi Panel Pada Sektor Rumah Tangga Terhadap Peningkatan Konsumsi Listrik di Kantor Cabang PLN se Jawa Timur*. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Perusahaan Listrik Negara Jawa Timur. (2016). *Golongan Tarif Dasar Listrik*. Diakses di <http://pln-jatim.co.id/red/?m=tdl2> pada 8 Februari 2016.
- Putera, I.M.D.A. (2015). *Pemodelan Konsumsi Energi Listrik Rumah Tangga di Indonesia dengan Menggunakan Regresi Data Panel*. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sunyoto, D. (2010). *Uji Khi Kuadrat dan Regresi untuk Penelitian*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ulum, M. (2014). *Kawasan Industri Terancam Krisis Listrik*. Diakses di <http://surabaya.bisnis.com/read/20140421/11/70639/kawasan-industri-terancam-krisis-listrik> pada 7 Maret 2016

BIODATA PENULIS



Marsha Fitrantie merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis dilahirkan pada tanggal 24 Maret 1994 di Kabupaten Sidoarjo yang hingga saat ini menjadi tempat tinggal bersama kedua orang tua serta seorang adik laki-laki. Pendidikan yang pernah ditempuh berawal dari SD Negeri Pucang IV Sidoarjo (2000-2006), kemudian SMP Negeri 1 Sidoarjo (2006-2009), dan memutuskan untuk sekolah diluar kota yaitu SMA Negeri 1 Surabaya (2009-2012). Sejak SMA, penulis mulai tertarik dengan dunia angka hingga akhirnya melanjutkan kuliah di Jurusan Statistika ITS melalui jalur SNMPTN Tulis (2012).

Selama perkuliahan, penulis aktif di organisasi yang menggeluti bidang bisnis yaitu UKM TDC ITS (Unit Kegiatan Mahasiswa *Technopreneurship Development Center* Institut Teknologi Sepuluh Nopember). Prestasi yang pernah diraih oleh penulis selama kuliah adalah menjadi Finalis Program Kreativitas Mahasiswa Bidang Gagasan Tertulis Tingkat Jurusan (2013) dan menjadi salah satu anggota Program Kreativitas Mahasiswa Bidang Penelitian yang didanai oleh Dikti (2015).